

Keanekaragaman jenis cendawan endofit pada tanaman gandum (*Triticum aestivum*) yang berpotensi sebagai bioinsektisida

Diversity of endophytic fungi from wheat (*Triticum aestivum*) that potential as bioinsecticides

TRIZELIA*, WINARTO, AFDAL TANJUNG

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Kampus Limau Manih, Padang 24063, Sumatera Barat. Tel. +62-751-72701, Fax. +62-751-72702, *email: trizelia@yahoo.com

Manuskrip diterima: 4 November 2017. Revisi disetujui: 29 Desember 2017.

Abstrak. Trizelia, Winarto, Tanjung A. 2017. Keanekaragaman jenis cendawan endofit pada tanaman gandum (*Triticum aestivum*) yang berpotensi sebagai bioinsektisida. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 433-437. Cendawan endofit merupakan salah satu agens hayati yang dapat digunakan sebagai bioinsektisida. Cendawan ini hidup dalam jaringan tanaman, tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inangnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan jenis cendawan endofit yang berasosiasi dengan tanaman gandum yang berpotensi digunakan sebagai bioinsektisida. Sampel tanaman gandum di ambil dari daerah Koto Laweh, Kabupaten Tanah Datar dan Batu Bagiriak, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Cendawan endofit diisolasi dari batang tanaman gandum dan isolat yang didapatkan diuji terhadap larva *Tenebrio molitor* instar V. Isolat yang bersifat patogen terhadap larva *Tenebrio molitor* dan bersporulasi diidentifikasi secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil penelitian menunjukan bahwa kemampuan cendawan endofit mengkolonisasi batang tanaman gandum berkisar antara 67-70%. Hasil uji patogenisitas cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* menunjukkan bahwa dari 121 isolat yang berhasil diisolasi, hanya 13 isolat (10.74%) yang bersifat patogen pada serangga dengan mortalitas larva berkisar antara 5-97.5%. Berdasarkan hasil identifikasi ditemukan 2 genus cendawan endofit yaitu *Aspergillus* dan *Beauveria* yang berpotensi digunakan sebagai bioinsektisida.

Kata kunci: Isolat, cendawan endofit, gandum, *Aspergillus*, *Beauveria*

Abstrak. Trizelia, Winarto, Tanjung A. 2017. Diversity of endophytic fungi from wheat (*Triticum aestivum*) that potential as bioinsecticides. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 3*: 433-437. The endophytic fungus is one of the biological agents that can be used as bioinsecticide. This fungus lives in plant tissue, without causing symptoms of disease in the host plant. The purpose of this study was to obtain the isolates of endophytic fungus associated with wheat crops that could potentially be used as bioinsecticides. Samples were taken from Koto Laweh, (Tanah Datar District) and Batu Bagiriak (Solok District), West Sumatera. The endophytic fungi were isolated from the stem of the wheat crop and the isolates obtained were tested against fifth instar larvae of *Tenebrio molitor*. Isolates of endophytic fungus that pathogenic to *T. molitor* larvae were identified macroscopically and microscopically. The results showed that the ability of endophytic fungi to colonize wheat crop stems ranged between 67-70%. The results of pathogenicity test of endophytic fungi on *T. molitor* larvae showed that of 121 isolates had been isolated, only 13 isolates (10.74%) were pathogenic to insects with larval mortality ranging from 5-97.5%. Based on the results of identification found 2 genera of endophytic fungi that is *Aspergillus* and *Beauveria* which is potential to be used as bioinsecticides.

Keywords: Isolates, endophytic fungus, wheat, bioinsecticides, *Aspergillus*, *Beauveria*

Gandum (*Triticum aestivum* L.) merupakan salah satu komoditi pangan alternatif, dalam rangka mendukung ketahanan pangan serta diversifikasi pangan. Besarnya kebutuhan Indonesia akan gandum menjadikan gandum komoditi impor yang utama yang sering dilakukan oleh pemerintah Indonesia. Untuk mencegah ketergantungan akan impor gandum, pemerintah Indonesia mengambil kebijakan melalui Menteri pertanian untuk melakukan budidaya gandum pada daerah daerah yang dianggap bisa untuk dilakukan budidaya. Namun dengan adanya peningkatan luas lahan pertanian, maka akan meningkat pula ketersediaan makanan bagi organisme pengganggu

meningkatkan populasi dari OP1 tersebut, sehingga ancaman serangan hama dan penyakit sangat dikhawatirkan.

Menurut Samekto (2008) hama yang menyerang tanaman gandum diantaranya belalang (*Locusta migratoria*), *Heliotis armigera*, *Aphis gossypii*, walang sangit (*Leptocorixa acuta*). Selain hama diatas menurut Wiyono (1980) ulat grayak (*Spodoptera litura*) juga sering ditemukan pada pertanaman gandum.

Secara umum di Indonesia pengendalian hama tanaman gandum yang dilakukan adalah menggunakan pestisida sintetik. Penggunaan pestisida secara terus menerus akan menimbulkan masalah yang lebih berat yaitu terbunuhnya musuh alami, terjadinya resurgensi, peledakan hama

sekunder dan pencemaran lingkungan. Untuk itu perlu dicari alternatif pengendalian yang dapat mengurangi dampak negatif pestisida tersebut. Menurut Sastrosiswodo dan Oka (1997) program pengendalian hama terpadu (PHT) didesain untuk menyediakan pengendalian hama dan penyakit tanaman yang ramah lingkungan dan berkelanjutan karena PHT bertujuan membatasi penggunaan pestisida sesedikit mungkin tetapi sasaran kualitas dan kuantitas produksi masih dapat dicapai. Dalam strategi pengendalian hama dan penyakit terpadu (PHT), pemanfaatan potensi musuh alami mempunyai peranan penting dalam menekan kelimpahan populasi hama. Diantara musuh alami yang dapat dimanfaatkan untuk pengendalian hama secara hayati adalah cendawan endofit.

Peranan cendawan endofit dalam melindungi inang tanaman dari serangan hama telah dilaporkan oleh beberapa peneliti. McGee (2006) menyatakan bahwa cendawan endofit mengkolonisasi tanaman kapas sejak perkecambahan sampai fase matang. Pengaplikasian *Phomopsis* sp. pada tanaman kapas telah menjadikan ukuran dan jumlah larva *Heliothis armigera* menjadi lebih kecil, sehingga efek kerusakan dapat ditekan. Hasil penelitian Budiprakoso (2010) menyatakan bahwa perlakuan cendawan endofit *Nigrospora* 1, *Nigrospora* 2, *Nigrospora* 3 pada tanaman padi mampu mempengaruhi pertumbuhan populasi dan perkembangan *Nilaparvata lugens*.

Di Indonesia secara umum dan khususnya di Sumatera Barat informasi dasar tentang keberadaan dan keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit yang berasosiasi dengan tanaman gandum yang berpotensi sebagai bioinsektisida belum ada. Keanekaragaman dan kelimpahan cendawan entomopatogen endofit diharapkan dapat memberikan solusi dalam memilih cendawan yang tepat untuk tanaman dan lokasi tertentu sebagai agens hayati pengendalian hama pada gandum dan pengembangannya sebagai biopestisida. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan jenis cendawan endofit yang berasosiasi dengan tanaman gandum yang berpotensi digunakan sebagai bioinsektisida.

BAHAN DAN METODE

Tanaman gandum

Tanaman gandum diambil dari dua lokasi yang berbeda, yakni Kabupaten Solok (Jorong Batu Bagiriak, Kenagarian Alahan Panjang, Kecamatan Lembah Gumanti) dan Tanah Datar (Jorong Koto Laweh, Nagari Koto Laweh, Kecamatan X Koto). Dari masing-masing lahan gandum diambil 5 rumpun tanaman secara diagonal. Pada setiap rumpun tanaman gandum diambil 1-2 tanaman gandum yang telah memiliki malai. Agar bisa bertahan lama maka pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil tanaman utuh beserta akar dan tanahnya.

Isolasi dan pemurnian cendawan endofit

Isolasi cendawan endofit dilakukan dengan menggunakan metode yang dilaporkan oleh Irmawan (2007) dan Hazalin *et al* (2009) yang dimodifikasi. Isolasi

cendawan endofit dilakukan dengan mengambil bagian batang gandum. Batang gandum terlebih dahulu dicuci pada air yang mengalir untuk membersihkan kotoran. Kemudian bagian akarnya dipotong, lalu diambil 1-2 batang tanaman gandum. Batang gandum dipotong-potong kecil (± 1 cm) yang dikerjakan didalam *laminar air flow* dan dilakukan sterilisasi permukaan dengan menggunakan alkohol 70% selama 1 menit, NaOCl 2,5% selama 1 menit dan alkohol 70% selama 1 menit, kemudian di rendam kedalam aquadest 2 kali ulangan selama 1 menit. Potongan tanaman gandum dikeringkan diatas kertas saring steril dan ditempatkan dalam cawan petri yang telah berisi media PDA. Masing-masing petri berisi 5 potongan batang tanaman. Cendawan yang tumbuh kemudian dipindahkan ke dalam cawan petri yang telah berisi media PDA. Biakan murni cendawan diinkubasi pada suhu ruang selama 15 hari.

Uji patogenisitas cendawan endofit

Uji patogenisitas isolat cendawan endofit yang berhasil diisolasi dilakukan terhadap larva *Tenebrio molitor* instar V. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan larva *T. molitor* sebanyak 40 ekor pada media PDA yang berisi biakan cendawan hasil isolasi. Larva dibiarkan pada media biakan selama 24 jam agar terjadi kontak antara konidia cendawan dengan serangga. Untuk kontrol larva dimasukkan pada media tanpa biakan cendawan endofit. Setelah satu hari larva dipindahkan sebanyak 10 ekor ke masing-masing cawan petri plastik dengan diameter 9 cm dan diberi pakan pellet ikan. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah larva yang mati dan jumlah larva yang terinfeksi dan ditumbuhi cendawan selama 7 hari pengamatan setelah aplikasi. Larva yang mati dikumpulkan dan diinkubasi untuk diamati munculnya konidia cendawan.

Identifikasi cendawan entomopatogen endofit

Cendawan endofit yang mematikan larva *Tenebrio molitor* dan bersporulasi diidentifikasi sampai tingkat genus dengan mengamati secara makroskopis (warna dan pertumbuhan koloni) dan mikroskopis (percabangan konidiofor dan bentuk konidia cendawan) dengan menggunakan kunci identifikasi Barnett dan Hunter (1972).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kolonisasi cendawan endofit pada batang gandum

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kemampuan cendawan endofit mengkolonisasi tanaman gandum dari daerah Tanah Datar berbeda tidak nyata dengan Alahan Panjang. Kolonisasi total cendawan endofit tanaman gandum daerah Tanah Datar 70% sedangkan di Alahan Panjang 67% (Tabel 1).

Kolonisasi cendawan endofit daerah Alahan Panjang dan Tanah Datar berbeda tidak nyata karena varietas yang digunakan sama, sehingga tidak mempengaruhi tingkat kolonisasi cendawan endofit pada tanaman gandum dan ketinggian tempat juga tidak mempengaruhi kolonisasi cendawan endofit karena kedua lokasi berada pada dataran tinggi. Sesuai dengan pernyataan Irmawan (2007)

kelimpahan cendawan endofit dalam mengkolonisasi inangnya di pengaruhi oleh varietas, ketinggian tempat dan cara budidaya yang dilakukan.

Cara budidaya yang dilakukan seperti pemberian pupuk dan penyemprotan pestisida diduga tidak mempengaruhi kemampuan cendawan endofit dalam mengkolonisasi tanaman. Berdasarkan hasil survei lapangan diketahui bahwa cara budidaya tanaman gandum yang dilakukan seperti penggunaan varietas, jenis dan dosis pupuk serta aplikasi pestisida di daerah Tanah Datar dan Alahan Panjang hampir sama. Cendawan endofit merupakan cendawan yang hidup dalam jaringan tanaman, sehingga sumber nutrisinya berasal dari tanaman. Sesuai dengan pernyataan Irmawan (2007) cendawan endofit merupakan cendawan yang hidup dalam jaringan tanaman, menempati bagian-bagian organ tanaman seperti daun, bunga, batang, ranting, percabangan, xylem, akar, maupun benih sehingga hidupnya tidak terlepas dari pengaruh metabolisme inang tanaman.

Mortalitas larva dan sporulasi

Hasil uji patogenisitas cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* menunjukkan bahwa dari 121 isolat yang berhasil diisolasi, hanya 13 isolat (10.74%) yang bersifat patogen pada serangga dengan mortalitas larva berkisar antara 5-97.5% (Tabel 2). Isolat TD 3.1.2 dapat mematikan larva *Tenebrio molitor* sebesar 97,5% selama tujuh hari pengamatan sedangkan isolat AP 4.1.3 dan AP 5.2.5 (*Aspergillus*) memiliki mortalitas terendah yaitu 5%.

Tingginya mortalitas larva *Tenebrio molitor* setelah aplikasi isolat TD 3.1.2 diduga karena tingginya kadar enzim dan toksin yang dihasilkan oleh cendawan selama berjalannya proses infeksi pada larva seperti pada saat kontak dengan kutikula dan di dalam hemosoel larva tersebut dan kemampuan konidia untuk bertahan dan berkecambah pada tubuh larva *Tenebrio molitor*. Sesuai dengan pernyataan Robert (1981) proses penetrasi yang dilakukan oleh hifa kedalam integument serangga merupakan proses mekanis dan kimiawi dengan membutuhkan enzim seperti protease, lipase, esterase dan kitinase, sedangkan toksinnya berupa *beauvericin*, *beauverolid*, *bassianolid*, *isariod* dan asam oksalat yang membantu menghancurkan kutikula serangga. Di tambahkan oleh Tanada dan Kaya (1993) adanya perbedaan virulensi antar isolat cendawan disebabkan karena adanya perbedaan kemampuan menghasilkan enzim dan mikotoksin selama berjalannya proses infeksi pada serangga seperti pada saat kontak dengan kutikula dan di dalam hemosoel. Isolat yang virulen memiliki aktivitas enzim yang lebih tinggi dibandingkan dengan isolat yang avirulen.

Hasil penelitian juga menunjukan bahwa sporulasi antara isolat TD 3.1.2, AP 4.1.3, AP 4.1.7, TD 1.2.4, AP 4.1.4 dan AP 2.1.4 berbeda dengan isolat yang lainnya dan control. Semua isolat yang diuji memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan hifa atau konidia pada tubuh larva *Tenebrio molitor*. Konidia merupakan propagul cendawan entomopatogen yang berperan dalam pemencaran dan menginfeksi inangnya, sehingga konidia berperan penting untuk perbanyakan cendawan

entomopatogen pada tubuh inangnya. Ada cendawan entomopatogen yang tidak bisa menghasilkan hifa atau bersporulasi pada tubuh inangnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Santoso (1993) cendawan tidak selalu tumbuh keluar menembus integumen serangga untuk kemudian mengkolonisasi dinding luar integumen serangga. Apabila keadaan kurang menguntungkan perkembangan saprofit hanya berlangsung di dalam tubuh serangga tanpa keluar menembus integumen.

Berdasarkan nilai LT_{50} terdapat perbedaan waktu dalam mematikan larva dimana isolat TD 3.1.2 memiliki waktu yang cepat dalam mematikan larva yaitu 2.84 hari (Tabel 3). Hal ini berarti bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mematikan 50% larva *Tenebrio molitor* instar V lebih singkat dibandingkan isolat lain.

Tabel 1. Rata-rata kolonisasi total cendawan endofit pada batang gandum

Kode isolat	Kolonisasi total (%)	Rata-rata (%)
TD 1	60	70 a
TD 2	60	
TD 3	60	
TD 4	90	
TD 5	90	
AP 1	50	67 a
AP 2	65	
AP 3	90	
AP 4	70	
AP 5	60	

Keterangan: TD adalah Tanah Datar, AP adalah Alahan Panjang. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%

Tabel 2. Mortalitas larva *Tenebrio molitor* setelah 7 hari aplikasi cendawan endofit

Kode Isolat	Mortalitas Larva Instar V (%)	Sporulasi
TD 3.1.2	97.50 a	100.00
AP 2.1.4	17.50 b	71.42
AP 4.1.4	15.00 b	83.33
AP 4.1.7	15.00 b	100.00
TD 1.2.4	12.50 b	100.00
AP 5.2.4	10.00 b	0.00
AP 1.1.2	10.00 b	0.00
TD 1.2.3	7.50 b	0.00
AP 5.2.1	7.50 b	0.00
AP 1.2.1	7.50 b	0.00
AP 3.2.6	7.50 b	0.00
AP 4.1.3	5.00 b	100.00
AP 5.2.5	5.00 b	0.00
Kontrol	0.00 b	0.00

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey (HSD) pada taraf nyata 5%.

Tabel 3. Nilai LT_{50} berbagai isolat cendawan entomopatogen endofit

Kode isolat	LT_{50} (hari)
TD 3.1.2	2.84
TD 1.2.4	24.15
AP 2.1.4	13.26
AP 4.1.3	15.75
AP 4.1.4	36.86
AP 4.1.7	17.47

Cepatnya waktu yang dibutuhkan isolat TD 3.1.2 dalam mematikan larva *Tenebrio molitor* diduga karena cendawan tersebut memiliki waktu yang lebih cepat dalam proses menginfeksi dan mematikan larva mulai dari tahapan penempelan konidia pada tubuh larva, perkecambahan, invasi dan kolonisasi dalam hemoseul, jaringan dan organ, sehingga menyebabkan larva *Tenebrio molitor* mati lebih cepat. Ketika terjadi kontak antara konidia cendawan dengan kutikula serangga yang peka, konidia tersebut akan berkembang dan masuk sampai bagian dalam dari tubuh serangga tersebut. Tanada dan Kaya (1993) menyatakan bahwa setiap isolat mempunyai daya penetrasi yang berbeda di dalam tubuh serangga sehingga membutuhkan waktu yang berbeda pula dalam mematikan inangnya. Menurut Trizelia (2005) isolat yang virulen memiliki nilai LT_{50} yang lebih singkat dibandingkan dengan isolat yang avirulen.

Waktu yang dibutuhkan cendawan bervariasi tergantung pada jenis cendawan, inang dan lingkungan. Lapisan lilin yang dimiliki oleh tubuh serangga juga salah satu faktor penghambat perkecambahan konidia (James *et al.*, 2003). Hasil penelitian Neves dan Alves (2004) menunjukkan bahwa penempelan konidia *B. bassiana* pada kutikula *Cornitermes cumulans* terjadi sampai 6 jam setelah aplikasi dan perkecambahan mulai terjadi antara 6-12 jam setelah aplikasi. Penetrasi terjadi 12-24 jam setelah inokulasi dan kematian serangga terjadi antara 48-72 jam setelah inokulasi. Nilai LT_{50} yang ada pada tabel 3 yang

ditampilkan hanya isolat yang bersporulasi. Karena isolat ini lah yang diduga entomopatogen endofit.

Identifikasi cendawan endofit

Hasil identifikasi cendawan endofit yang berpotensi sebagai bioinsektisida dari dua lokasi dengan varietas gandum yang sama ditemukan 2 genus cendawan dengan karakteristik makroskopis dan mikroskopisnya. Kedua genus tersebut adalah *Aspergillus* yang ditemukan di kedua lokasi (Alahan Panjang dan Tanah Datar) dan *Beauveria* ditemukan hanya di Tanah Datar (Gambar 1).

Aspergillus sp merupakan cendawan yang bersifat kosmopolitan dan ditemukan dimana-mana secara alami. *Aspergillus* sp dapat diisolasi dari tanah, sisa-sisa tanaman lapuk serta di lingkungan udara (Noveriza, 2007). *Aspergillus* sp memiliki reproduksi secara aseksual dengan memproduksi spora yang disebut dengan konidia. Tanada dan Kaya (1993) menyatakan cendawan *Aspergillus* terdiri dari banyak spesies seperti *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. repens*, *A. tamari*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus* dan *A. vesicular*. Cendawan ini umumnya saprofit akan tetapi dapat menginfeksi serangga pada rentangan jenis yang luas.

Beauveria termasuk cendawan entomopatogen yang memiliki jenis inang terbanyak diantara cendawan entomopatogen yang lain. Inangnya terutama adalah serangga dari ordo Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera dan Hymenoptera (Tanada dan Kaya, 1993). Beberapa hasil penelitian menunjukkan *Beauveria bassiana* dapat menginfeksi larva *C. pavonana* (Trizelia, 2005). Trizelia dan Winarto (2016) melaporkan bahwa *B. bassiana* juga bisa hidup sebagai endofit pada buah kakao dan mampu mematikan larva *T. molitor* sampai 100%.

Dalam kesimpulan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan cendawan endofit mengkolonisasi batang tanaman gandum berkisar antara 67-70%. Hasil uji patogenisitas cendawan endofit terhadap larva *T. molitor* menunjukkan bahwa dari 121 isolat yang berhasil diisolasi, hanya 13 isolat (10.74%) yang bersifat patogen pada serangga dengan mortalitas larva berkisar antara 5-97.5%. Berdasarkan hasil identifikasi ditemukan 2 genus cendawan endofit yaitu *Aspergillus* dan *Beauveria* yang berpotensi digunakan sebagai bioinsektisida.

**Gambar 1.** Bentuk Makroskopis dan Mikroskopis Isolat *Aspergillus* (A) dan *Beauveria* (B)

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett HL, Hunter BB. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Third Edition. Burges Publishing Company. Minneapolis.
- Budiprakoso B. 2010. Pemanfaatan Cendawan Endofit Sebagai Penginduksi Ketahanan Tanaman Padi Terhadap Wereng Coklat *Nilavaparta lugens*. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hazalin NAMN, Ramasamy K, Lim SM, Wahab IA, Cole AL and Majeed ABA.. 2009. Cytotoxic and antibacterial activities of endophytic fungi isolated from plants at the National Park, Pahang, Malaysia. BMC Compl Altern Med 9: 46, DOI: 10.1186/1472-6882-9-46
- Irmawan DE. 2007. Kelimpahan dan Keragaman Cendawan Endofit pada Beberapa Varietas Padi Kuningan, Tasik Malaya dan Subang, Jawa Barat. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- James RR, Buckener JS, Freeman TP. 2003. Culticular lipid and silverleaf whitefly stage affect conidial germination of *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus*. J. Invertebr pathol 84: 67-74.
- McGee P. 2006. Endophytic fungi add to plant defences. Microb Austr 24 (3): 42-43
- Neves PMOJ, Alves SB. 2004. External Events Related to The Infection Process of *Comitermes cumulans* (Kollars) (Isoptera; Termitidae) by The Entomopathogenic Fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. J. The Neotropical Entomol 33 (1): 051-056.
- Noveriza R. 2007. Kontaminasi Cendawan Dan Mikotoksin Pada Tumbuhan Obat. Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatika. Bogor
- Roberts DW. 1981. Toxins of entomopathogenic fungi. Di dalam: Burges, H.D. Microbial Control of Pest and Plant Diseases 1970-1980. London: Academic Press. hlm. 441-464
- Samekto R. 2008. Pengalaman dan wawasan penelitian gandum. Fakultas Pertanian. Universitas Slamet Riyadi. J Inovasi Pertanian 7 (1): 95-102.
- Santoso, T. 1993. Dasar-Dasar Patologi Serangga. Prosiding Makalah Simposium Patologi Serangga. Yogyakarta, 12-13 Oktober 1993.
- Sastrosiswodo S, Oka IN. 1997. Implementasi pengelolaan serangga secara berkelanjutan. Makalah Kongres ke V dan Simposium Entomologi. PEI. Bandung. 24-26 Juni 1997.
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. Insect Pathology. Academic Press, Inc. NY, New York.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *B.bassiana*. Keragaman genetik, Karakterisai Fisiologi dan Virulensinya Terhadap *Crocidolomia pavonana*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Trizelia, Winarto. 2016. Keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen endofit pada tanaman kakao (*Theobroma cacao*). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2 (2): 277-281.
- Wiyono TN. 1980. Budidaya Tanaman Gandum. PT Karya Nusantara Jakarta.